



TUGAS AKHIR - SB141510

# **PENGARUH ETIL METANA SULFONAT (EMS) TERHADAP RESPON PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

**NEFRINA WIJARINI**  
**1513100011**

**Dosen Pembimbing:**  
**Wirdhatul Muslihatin, S.Si., M.Si**

**DEPARTEMEN BIOLOGI**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA 2017**



---

**TUGAS AKHIR - SB-141510**

**PENGARUH ETIL METANA SULFONAT (EMS)  
TERHADAP RESPON PERTUMBUHAN  
TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)**

**Nefrina Wijarini  
1513 100 011**

**Dosen Pembimbing:  
Wirdhatul Muslihatin, S.Si., M.Si**

**DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



---

FINAL PROJECT - SB-141510

# **EFFECT OF ETHYL METHANESULFONATE (EMS) ON ONION (*Allium cepa* L.) GROWTH RESPONSE**

**Nefrina Wijarini**  
**1513 100 011**

**Supervisors:**  
**Wirdhatul Muslihatin, S.Si., M.Si.**

**BIOLOGY DEPARTMENT**  
**FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH ETIL METANA SULFONAT (EMS) TERHADAP RESPON PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada  
Program Studi S-1  
Departemen Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**NEFRINA WIJARINI**  
**NRP. 1513 100 011**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:**

Wirdhatul Muslihatin, S.Si., M.Si..... (Pembimbing)

Surabaya, 3 Agustus 2017



PENGARUH ETIL METANA SULFONAT (EMS) TERHADAP  
RESPON PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH  
(*Allium cepa* L.)

**Nama** : Nefrina Wijarini  
**NRP** : 1512100011  
**Jurusan** : Biologi  
**Dosen Pembimbing** : Wirdhatul Muslihatin, S.Si.,M.Si.

*Abstrak*

*Rendahnya produktivitas bawang merah saat ini karena sedikitnya kultivar-kultivar unggul . Salah satu cara mendapatkan kultivar unggul adalah dengan induksi mutasi menggunakan Ethyl methanesulfonate (EMS). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh EMS terhadap pertumbuhan umbi bawang merah. Penelitian ini menggunakan umbi yang direndam pada EMS dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0% (kontrol), 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% selama 30 menit. Paramaeter yang diukur pada penelitian ini yaitu; tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi, berat basah umbi, dan berat kering umbi. Pemberian EMS dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah umbi dan berat basah umbi. Namun pemberian EMS tidak berpengaruh terhadap parameter jumlah daun dan berat kering. Tanaman dengan tinggi, berat basah dan jumlah umbi paling tinggi yaitu pada konsentrasi 0,1%, sedangkan paling rendah yaitu konsentrasi 0,5%.*

*Kata kunci:* Allium cepa, EMS, morfologi, umbi

## EFFECT OF ETHYL METHANESULFONATE (EMS) ON ONION GROWTH RESPONSE (*Allium cepa* L.)

**Nama** : Nefrina Wijarini  
**NRP** : 1512100011  
**Jurusan** : Biologi  
**Dosen Pembimbing** : Wirdhatul Muslihatin, S.Si.,M.Si.

### Abstract

The low productivity of onion is because at least superior cultivars. One way to get superior cultivars using mutation induction with Ethyl Methanesulfonate (EMS). The purpose of this study was to determine the effect of EMS on the growth of onion bulb. This study uses bulb that soaked in EMS with different concentrations of 0% (control), 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% for 30 minutes. Onion bulb are planted in polybags with growing media and soil compost with a ratio of 3: 1. This parameter being measured in this study is; plant height, leaf number, the number of bulb, bulbs fresh weight and dry weight of tubers. The method used in this research is the method of chemical mutagen EMS. Giving EMS with various concentrations gives effect to height plant, number of bulbs and wet bulb weight. However, EMS has no effect on the number of leaves and dry weight. Plants with high, wet weight and the highest number of bulbs at a concentration of 0.1%, while the lowest is 0.5% concentration.

**Keyword:** *Allium cepa*, EMS, morphology, bulb

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji dan syukur panjatkan atas rahmat dan karunia Allah SWT, atas kemudahan dan kelancaran dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **Pengaruh Etil Metana Sulfonat (EMS) Terhadap Respon Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.)**. Proses penyusunan Proposal Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan pihak-pihak terkait sehingga kendala yang muncul dapat dihadapi dan diselesaikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Wirdhatul Muslihatin, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing, saran dan dukungan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir. Terima kasih juga kepada (Alm)Ayah, ibu, kakak Dhandi S.Miharja, kakak Pradityo Kusumajani, dan kakak Suci Sari Dewi yang selalu memberikan dukungan kepada penulis. Terima kasih pula kepada keluarga FAM dan kakak Ria Fitria Swandayani. Terucap pula Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Bambang yang telah membantu memperoleh bibit bawang merah di Pulau Poteran. Bapak Triono Bagus Saputro, S.Si., M.biotech dan Bapak Dr. Techn. Endry Nugroho Prasetyo, M.T. selaku dosen penguji yang memberikan bimbingan dan saran untuk perbaikan Tugas Akhir.

Ucapkan terima kasih kembali penulis sampaikan kepada kakak, juga teman-teman Jurusan Biologi ITS, yang telah memberikan dukungan yang sangat berarti. Serta pihak-pihak lain yang telah membantu secara langsung maupun tersirat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik membangun akan sangat berarti bagi penulis. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada para pembacanya.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Surabaya ,26 Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
Abstrak.....	iv
Abstract.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Permasalahan.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Morfologi Umum dan Klasifikasi Bawang Merah.....	3
2.2. Perbanyakkan Bawang Merah dengan Umbi.....	7
2.3. Mutasi Genetik pada Tumbuhan.....	8
2.4. Mutasi yang disebabkan oleh EMS.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2. Alat dan Bahan.....	13
3.3. Cara kerja.....	13
3.3.1 Pemilihan Umbi Bawang Merah.....	13
3.3.2 Perendaman Umbi.....	13
3.3.3 Penanaman dan Pemeliharaan Umbi.....	13



3.4. Parameter Pengamatan.....	41
3.5. Rancangan Penelitian dan Analisis Data.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Pengaruh Mutagen terhadap Tinggi tanaman dan Jumlah Daun.....	17
4.2 Pengaruh Mutagen terhadap Jumlah Umbi.....	20
4.3 Pengaruh Mutagen terhadap Berat Basah dan Kering.....	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN.....	33
Biodata Penulis.....	51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Morfologi batang bawang merah..... 4
Gambar 2.2	Morfologi biji bawang merah..... 5
Gambar 2.3	Umbi bawang merah..... 6
Gambar 2.4	Struktur Kimia EMS..... 12
Gambar 4.1	Pengaruh EMS terhadap tinggi tanaman..... 17
Gambar 4.2	Pengaruh EMS terhadap jumlah daun..... 19

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Pengaruh EMS terhadap tinggi tanaman.....	18
Table 4.2 Pengaruh EMS terhadap jumlah daun.....	19
Tabel 4.3 Pengaruh EMS terhadap jumlah umbi.....	21
Tabel 4.4 Pengaruh EMS terhadap berat basah dan berat kering umbi.....	22

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Pengaruh EMS terhadap tinggi tanaman..... 33
Lampiran 2	Pengaruh EMS terhadap jumlah daun..... 34
Lampiran 3	Pengaruh EMS terhadap jumlah umbi..... 36
Lampiran 4	Pengaruh EMS terhadap berat basah umbi..... 37
Lampiran 5	Pengaruh EMS terhadap berat kering umbi..... 38
Lampiran 6	Uji ANOVA pada tinggi tanaman..... 38
Lampiran 7	Uji ANOVA pada jumlah daun..... 38
Lampiran 8	Uji ANOVA pada jumlah umbi..... 38
Lampiran 9	Uji ANOVA pada berat basah dan berat kering umbi..... 39
Lampiran 10	Uji TUKEY pada tinggi tanaman..... 39
Lampiran 11	Uji TUKEY pada jumlah daun..... 39
Lampiran 12	Uji TUKEY pada jumlah umbi..... 40
Lampiran 13	Uji TUKEY pada berat basah umbi..... 40
Lampiran 14	Uji TUKEY pada berat kering umbi..... 40
Lampiran 15	Foto Perlakuan..... 41
Lampiran 16	Foto hasil tanam bawang merah..... 45

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan sayuran umbi yang multiguna, dapat digunakan sebagai bumbu masakan, sayuran, penyedap masakan, disamping sebagai obat tradisional karena efek antiseptik senyawa anilin dan alisin yang dikandungnya. Konsumsi bawang merah di Indonesia setiap tahun meningkat dengan produksi yang tidak stabil (Suminah, 2002). Produktivitas bawang merah tidak stabil karena mengalami kenaikan dan penurunan di setiap tahunnya. Pada tahun 2010 produksi bawang merah sebanyak 1.049 ton/tahun pada tahun 2012 mengalami penurunan yaitu 893 ton/tahun, namun pada tahun 2013 mengalami kenaikan 964 ton/tahun (Billah, 2014). Rata-rata produksi bawang merah di Indonesia saat ini masih rendah. Iklim, musim, dan lahan di Indonesia memungkinkan budidaya tanaman ini secara besar-besaran, khususnya di pulau Jawa. Rendahnya daya produksi bawang merah antara lain disebabkan karena sedikitnya kultivar-kultivar unggul dan proses pengolahan pertanian yang kurang baik. Kultivar-kultivar unggul dapat diperoleh melalui pemuliaan tanaman, diantaranya dengan mutasi genetik (Suminah, 2002).

Mutasi genetik dapat dilakukan dengan memberikan bahan kimia yang dapat meningkatkan sifat genetik dari tanaman. Salah satu bahan mutasi gen adalah dengan menggunakan *Ethyl Methanesulfonate* (EMS). Induksi tanaman dengan EMS yang menyebabkan mutasi pada DNA tanaman akan memberikan pengaruh perubahan morfologi pada tanaman tersebut. Induksi dengan konsentrasi EMS yang merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan variasi genetik tanaman (Micke, 1991).

Beberapa konsentrasi EMS yang berbeda telah memperlihatkan pengaruh terhadap berbagai tanaman yang telah diteliti sebelumnya diantaranya cabai, wortel, kedelai dan salah satunya adalah bawang merah dengan biji. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman bawang merah terhadap EMS.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh EMS terhadap pertumbuhan umbi bawang merah.

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bahan tanam yaitu umbi bawang merah.
2. Perlakuan mutagen kimia menggunakan EMS dengan konsentrasi 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5%.
3. Waktu perendaman umbi 30 menit.
4. Parameter pertumbuhan yang diukur tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi, berat basah umbi, dan berat kering umbi.

### **1.4. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh EMS terhadap pertumbuhan umbi bawang merah.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan tanaman bawang merah yang memiliki sifat baru dan diharapkan lebih unggul.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Morfologi Umum Dan Klasifikasi Bawang Merah**

Bawang merah (*Allium cepa* L.) merupakan sayuran umbi yang multiguna, dapat digunakan sebagai bumbu masakan, sayuran, penyedap masakan, di samping sebagai obat tradisional karena efek antiseptik senyawa anilin dan alisin yang dikandungnya (Suminah, 2002).

Regnum	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Liliales
Familia	: Liliaceae
Genus	: <i>Allium</i>
Spesies	: <i>Allium cepa</i>

(Pitojo, 2003)

Tanaman bawang merah termasuk tanaman sempurna yang hidup semusim, secara morfologi, bagian-bagian tanaman bawang merah adalah sebagai berikut :

##### **a. Akar**

Akar tanaman bawang merah terdiri atas akar pokok (akar primer) yang berfungsi sebagai tempat tumbuh akar adventif dan bulu akar yang berfungsi untuk menopang berdirinya tanaman serta menyerap air dan zat-zat hara dari dalam tanah. Akar dapat tumbuh hingga kedalaman 30 cm, berwarna putih, dan jika diremas berbau menyengat seperti bau bawang merah (Pitojo, 2003).

##### **b. Batang**

Batang tanaman bawang merah merupakan bagian kecil dari keseluruhan tanaman, berbentuk seperti cakram, beruas-ruas, dan di antara ruas-ruas terdapat kuncup-kuncup. Bagian bawah cakram merupakan tempat tumbuh akar. Bagian atas batang sejati merupakan umbi semu, berupa umbi lapis (*bulbus*) yang berasal dari modifikasi

pangkal daun bawang merah. Pangkal dan sebagian tangkai daun menebal, lunak, dan berdaging; berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Bentuk batang seperti dapat dilihat pada (Gambar 2.1.1). Apabila dalam pertumbuhan tanaman tumbuh tunas atau anakan maka akan terbentuk beberapa umbi yang berhimpitan yang dikenal dengan istilah “siung”. Pertumbuhan siung biasanya terjadi pada perbanyakan bawang merah dari benih umbi dan kurang biasa terjadi pada perbanyakan bawang merah dan biji. Warna kulit umbi beragam, ada yang merah muda, merah tua, atau kekuningan, tergantung spesiesnya. Umbi bawang merah mengeluarkan aroma menyengat (Pitojo, 2003).



Gambar 2.1. Morfologi batang bawang merah

c. Daun

Daun bawang merah bertangkai pendek, berbentuk bulat mirip pipa, berlubang, berukuran panjang lebih dari 45 cm, dan meruncing pada bagian ujung. Daun berwarna hijau tua atau hijau muda, tergantung varietasnya. Setelah tua, daun menguning, tidak lagi setegak daun yang masih muda, dan akhirnya mengering dimulai dari bagian bawah tanaman (Pitojo, 2003).

d. Bunga

Bunga bawang merah terdiri atas tangkai bunga dan tandan bunga. Tangkai bunga berbentuk ramping, bulat dan berukuran panjang lebih dari 50 cm. Pangkal tangkai bunga di bagian bawah



agak menggelembung dan tangkai bagian atas berukuran lebih kecil. Pada bagian ujung tangkai terdapat bagian yang berbentuk kepala dan berujung agak runcing, yaitu tandan bunga yang masih terbungkus seludang. Setelah seludang terbuka, secara bertahap tandan akan tampak dan muncul kuncup-kuncup bunga dengan ukuran tangkai kurang dari 2 cm.

Bunga bawang merah merupakan bunga sempurna, memiliki benang sari dan kepala putik. Tiap kuntum bunga terdiri atas 6 daun bunga yang berwarna putih, 6 benang sari yang berwarna hijau ke kuning-kuningan, dan sebuah putik. Kadang-kadang, di antara kuntum bunga bawang merah ditemukan bunga yang memiliki putik sangat kecil dan pendek atau rudimenter, yang diduga merupakan bunga steril.

e. Bakal Buah dan Biji

Bakal buah bawang merah tampak seperti kubah, terdiri atas 3 ruangan yang masing-masing memiliki dua bakal biji. Bunga yang berhasil mengadakan persarian akan tumbuh membentuk buah, sedangkan bunga-bunga yang lain akan mengering dan mati. Buah bawang merah berbentuk bulat; di dalamnya terdapat biji yang berbentuk agak pipih dan berukuran kecil. Pada waktu masih muda, biji berwarna putih bening dan setelah tua berwarna hitam (Gambar 2.2.).



Gambar 2.2. Morfologi biji bawang merah

Tanaman ini dapat tumbuh dan bereproduksi dengan baik di dataran rendah sampai tinggi (Suminah, 2002). Umbi bawang merah yang merupakan umbi ganda ini terdapat lapisan tipis yang tampak jelas, dan umbi-umbinya tampak jelas juga sebagai benjolan ke kanan dan ke kiri. Lapisan pembungkus siung umbi bawang merah tidak banyak, hanya sekitar 2-3 lapis dan tipis yang mudah kering. Sedangkan lapisan dari setiap umbi berukuran lebih banyak dan tebal. Maka besar-kecilnya siung bawang merah tergantung oleh banyak dan tebalnya lapisan pembungkus umbi (Suparman, 2010).

Bawang merah merupakan tanaman semusim. Hasil tanaman dapat dipanen sekali, namun dapat ditanam kembali sampai 3 kali dalam satu musim. Sebagai tanaman rendah, tinggi pertumbuhannya hanya sekitar 15 cm sampai 40 cm, dan memerlukan cukup air. Daun bawang merah berbentuk pipa pipih berwarna hijau muda. Akar berbentuk serabut pendek berada pada pangkal umbi, dan membenam tidak terlalu dalam. Bawang merah mudah membentuk umbi. Umbi bawang merah berlapis-lapi, dan karena faktor kesuburan dan suhu yang tepat, lapisan-lapisan umbi tersebut akan membentuk umbi-umbi baru yang saling berdekatan. Umbi yang baru itu dinamakan umbi samping, yang menempel pada umbi induk.

Selanjutnya dari umbi-umbi samping jika dipisahkan dari umbi induk dan ditanam akan tumbuh menjadi bawang merah baru. Dengan cara ini biasanya petani bawang merah memilih jenis-jenis bibit baru bawang merah (Suparman, 2010).



Gambar 2.3. Umbi bawang merah

Dalam menanam bawang merah ada beberapa yang perlu diperhatikan, antara lain; penggunaan bibit, pengolahan tanah, pengairan, dan penggunaan pupuk yang tepat, serta pengendalian hama dan penyakit. Selain itu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman meliputi iklim dan jenis tanah. Unsur-unsur iklim yang perlu diperhatikan adalah sinar matahari, suhu, ketinggian tempat, dan curah hujan (Rahayu, 2004).

Faktor bibit memegang peranan yang penting untuk menunjang keberhasilan produksi tanaman bawang merah. Penggunaan bibit yang bermutu tinggi merupakan langkah awal peningkatan produksi. Sebenarnya dapat juga diperbanyak dengan biji. Tetapi kebanyakan tanaman bawang merah di Indonesia sulit menghasilkan biji. (Rahayu, 2004).

## **2.2. Perbanyak Bawang Merah dengan Menggunakan Umbi**

Tanaman bawang merah dapat diperbanyak dengan menggunakan bibit yang umumnya berupa umbi. Oleh karena itu perhatian utama dalam memilih bibit haruslah ditujukan kepada umbinya. Umbi yang digunakan untuk bibit haruslah berasal dari tanaman yang sehat dan dipanen cukup tua (Wibowo, 2007). Umbi-umbi bawang merah yang terlihat padat dan berisi menunjukkan berasal dari tanaman yang dipanen cukup tua. Umbi yang terasa lunak atau kurang padat bila dipegang, berasal dari tanaman yang dipanen muda atau belum cukup umur. Sedangkan umbi yang sehat, warnanya nampak cerah dan tidak terlihat adanya warna hitam yang merupakan petunjuk serangan penyakit cendawan. Umbi untuk bibit haruslah umbi yang sudah disimpan lama. Minimal sudah disimpan selama 2 bulan dengan penyimpanan yang baik. Dan paling baik adalah umbi yang sudah disimpan 6-8 bulan (Wibowo, 2007).

Umbi yang siap ditanam sebaiknya sehat dengan ciri-ciri berwarna mengilap, kompak/tidak keropos, ukuran umbi sedang (3-4 gr/umbi), dan kulit tidak luka (Supriati, 2014). Cara penanaman bawang merah untuk umbi sama dengan penanaman untuk konsumsi. Akan tetapi, jarak tanam yang digunakan lebih rapat (10x10 cm). Penanaman dengan jarak yang rapat akan menghasilkan lebih banyak

umbi yang berukuran sedang dan hasil umbi per satuan luas lebih banyak. Bila jarak tanam terlalu rapat, umbi yang dihasilkan lebih kecil dan lebih rebah (Rahayu, 2004).

### 2.3. Mutasi Genetik pada Tumbuhan

Mutasi adalah perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, gen). Mutasi tumbuhan merupakan salah satu cara untuk mendapatkan benih unggul suatu tanaman yang bermutu. Namun, sampai saat ini teknik mutasi pada tanaman untuk mendapatkan benih unggul yang bermutu masih terbatas di kalangan para ahli dan para peneliti saja. Hal ini dapat dimengerti karena perkembangan suatu teknik baru tentu memerlukan waktu dan banyak faktor yang mempengaruhinya. Pada dasarnya untuk meningkatkan variabilitas suatu tanaman melalui mutasi ada 2 kelompok, yaitu mutagen fisik dan mutagen kimia (Asadi, 2013).

Mutagen fisik adalah radiasi ion yang meliputi sinar X, sinar gama, neutron, partikel beta, partikel alfa, dan proton. Sinar gama sangat luas digunakan dalam pemuliaan tanaman. Mutagen kimia pada umumnya berasal dari senyawa kimia yang memiliki gugus alkil seperti *etyl methanesulfonate* (EMS), *diethyl sulfate* (DES), *methyl methanesulfonate* (MMS), hidroksil amina, dan *nitrous acid*. Mutasi secara kimia dapat diaplikasikan tanpa membutuhkan peralatan yang lengkap, namun keberhasilannya lebih rendah dibandingkan dengan mutasi secara fisika.

Sedangkan menurut (Warisno, 1998), mutasi dibagi menjadi 2 macam yaitu mutasi alam dan mutasi buatan. Mutasi alam adalah mutasi yang disebabkan oleh terjadinya perubahan-perubahan dalam sifat pembawaan yang tidak disebabkan oleh perkawinan atau tidak disebabkan oleh kombinasi gen-gen yang baru (Warisno, 1998). Sedangkan mutasi buatan adalah mutasi yang dihasilkan karena adanya perubahan-perubahan dalam sifat pembawaan yang disebabkan adanya perlakuan-perlakuan tertentu oleh manusia. Perlakuan-perlakuan tersebut bukan dengan cara mengawinkan, melainkan radiasi (penyinaran), atau pemakaian zat-zat kimia tertentu

Mutasi adalah perubahan genetik baik gen tunggal atau sejumlah

gen atau susunan kromosom. Mutasi dapat terjadi pada setiap bagian dan pertumbuhan tanaman, namun lebih banyak terjadi pada bagian yang sedang aktif mengadakan pembelahan sel, misalnya tunas, biji dan sebagainya. Pada mutasi kromosom terjadi perubahan benang kromosom yang dapat berakibat berubahnya susunan atau letak beberapa gennya (Fehr, 1987).

Mutasi adalah perubahan materi genetik yang dapat diwariskan dan memunculkan bentuk-bentuk alternatif gen apapun. Bentuk-bentuk alternatif itu disebut alel. Secara garis besar, terdapat 2 macam mutasi, yaitu mutasi yang mempengaruhi gen dan mutasi yang mempengaruhi keseluruhan kromosom (penyimpangan kromosomal). Mutasi gen pada tingkat nukleotida disebut mutasi titik (point mutation). Kesalahan apapun yang terjadi selama replikasi gen di dalam molekul DNA, baik yang berupa insersi, delesi, maupun substitusi pada satu atau lebih basa dapat menyebabkan timbulnya mutasi. Meskipun sel mempunyai suatu mekanisme untuk meningkatkan ketepatan replikasi DNA, terkadang bisa terjadi suatu kesalahan secara spontan yang menimbulkan perubahan sekuens DNA yang dapat diwariskan (Stansfield, 2003).

Mutasi titik terjadi akibat adanya substitusi basa pada gen yang mengkode suatu polipeptida sehingga dapat menyebabkan terjadinya mutasi missense, nonsense, ataupun bisu (silent). Mutasi missense mengakibatkan penggantian satu kodon sense oleh kodon sense lainnya sehingga mengubah asam amino yang dikodekan pada posisi tersebut. Mutasi nonsense menghasilkan salah satu dari ketiga kodon stop (UGA, UAA, UAG) sehingga polipeptida yang dihasilkan akan lebih pendek dari yang normal. Mutasi silent (bisu) adalah perubahan dalam sekuens kodon yang tidak mengubah asam amino yang dikodenya (Stansfield, 2003).

Beberapa penelitian yang sudah melakukan mutasi gen pada tanaman, diantaranya pada pertumbuhan cabe rawit yang diinduksi mutagen EMS dengan konsentrasi 1% selama 6 jam, 9 jam, dan 12 jam menghasilkan tanaman yang lambat dalam menghasilkan bibit 8 hari setelah tanam. Tetapi presentase munculnya bibit pada perendaman 6 jam, 9 jam, dan 12 jam lebih kecil dibandingkan

tanaman kontrol. Pada 10 hari setelah tanam bibit muncul dapat mencapai 100%. Perlakuan 1% EMS dapat berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman yang berumur 4 minggu setelah tanam, sedangkan panjang dan lebar daun dengan perendaman 6 jam tidak berbeda dengan kontrol, namun berbeda dengan perendaman 9 jam dan 12 jam. Tinggi tanaman terendah dengan jumlah daun paling sedikit dihasilkan oleh perlakuan 1% EMS dengan perendaman selama 12 jam (Rustini, 2014).

Selain itu ada juga penelitian tentang peningkatan keragaman tanaman garut dengan pemberian berbagai konsentrasi dan lama perendaman EMS menggunakan tanaman *Maranta arundinacea* L. yang dalam bahasa Indonesia banyak disebut tanaman garut. Penelitian ini dilakukan dengan konsentrasi 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; 100% selama 0 jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, 60 jam dan 75 jam. Hasil dari penelitian ini adalah konsentrasi EMS berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman, sedangkan lebar daun, panjang daun, jumlah anakan dan jumlah daun tanaman garut pada umur 3 bulan belum memperlihatkan pengaruhnya. Perlakuan lama perendaman di dalam larutan EMS belum berpengaruh pada tinggi tanaman, lebar daun, panjang daun, jumlah anakan dan jumlah daun tanaman garut pada umur 3 bulan (Nurmayulis, 2010).

#### **2.4. Mutasi yang Disebabkan oleh *Ethyl Methanesulfonate* (EMS)**

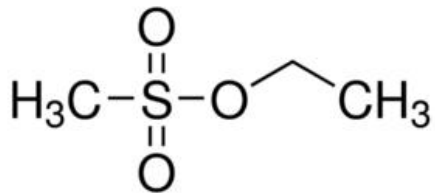
Ethyl Methanesulfonate (EMS) adalah mutagen kimia yang banyak digunakan untuk memperluas keragaman genetik pada tanaman untuk tujuan pemuliaan tanaman (Gichner, 2001). Induksi tanaman dengan EMS yang menyebabkan mutasi pada DNA tanaman akan memberikan pengaruh perubahan morfologi pada tanaman tersebut. Induksi dengan mengkombinasikan konsentrasi EMS dan lamanya waktu perendaman merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan variabilitas genetik tanaman (Micke, 1996).

*Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) merupakan mutagen kimia yang dapat menyebabkan proses alkilasi yang efektif dalam menginduksi mutasi berbagai jenis organisme (Purwati, 2007). Agen

alkilasi menyebabkan mutasi dengan cara mengubah basa secara kimiawi sehingga basa akan berpasangan dengan basa tertentu yang bukan basa komplementer (Stansfield, 2003). Mutasi dengan menggunakan mutagen kimia EMS telah banyak dilakukan pada berbagai spesies tanaman. EMS merupakan kelompok alkil yang dapat mengubah basa-basa DNA (guanin dan timin) menjadi basa lain dan akan berpasangan dengan basa yang berbeda sehingga terjadi transisi (Purwati, 2008). Dari beberapa mutagen kimia, EMS paling banyak digunakan karena sering menghasilkan mutan yang bermanfaat dan tidak bersifat mutagenik setelah terhidrolisis (Van Harten, 1998).

Gugus alkil senyawa EMS akan berikatan dengan basa guanin (G) membentuk O6-alkilguanin, menyebabkan kesalahan pemasangan basa guanin dengan basa timin pada proses replikasi DNA. Salah satu kerusakan yang ditimbulkan akibat pemberian zat kimia sebagai mutagenik adalah berasal dari proses alkilasi, yaitu proses pemindahan gugus metil atau etil ke bagian reaktif basa dan pospat dalam rantai DNA (Meuth, 1982).

Pada dasarnya, EMS merupakan salah satu senyawa kimia '*alkylating agents*' yang dapat bereaksi dengan larutan polar (misalnya air), sehingga menghasilkan produk yang bersifat asam. Hal ini dapat menurunkan efisiensi mutagenik dengan menurunkan kuantitas zat kimia yang tersedia, juga dengan menghasilkan produk hasil hidrolisa (methan asam sulfonat) yang toksik terhadap sel-sel tanaman (EMS+H<sub>2</sub>O metana asam sulfonat + etil alkohol). Walaupun senyawa hasil hidrolisis yang bersifat asam ini hanya sedikit berpengaruh terhadap laju mutagen untuk berdegradasi, dapat menyebabkan sel-sel tanaman mengalami keracunan sehingga proses fisiologis pada jaringan tanaman terganggu, dan dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Heslot, 1977). Struktur *ethyl methanesulfonate* (EMS) (gambar 2.4).



Gambar 2.4. Struktur kimia *Ethyl methanesulfonate* (EMS)

Mekanisme perubahan genetik atau mutasi gen dapat timbul karena adanya mutasi spontan atau mutasi induksi dengan mutagen. Mutasi yang kedua ini frekuensi terjadinya lebih besar daripada yang pertama. Salah satu contoh, mutagen yang disebut EMS, dapat menyebabkan terjadinya transisi pasangan basa Guanin-Sitosin (GS) menjadi Adenin-Timin (AT) (Hendaryono, 2000).

Pada bawang merah sudah pernah dilakukan penelitian mutagen kimia dengan EMS menggunakan biji dengan konsentrasi 0,1%;0,15%;0,2%;0,25% yang direndam selama 4 jam. Hasil penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi EMS semakin rendah prosentase potensial perkecambahannya, begitu juga dengan panjang akar dan panjang batang (Joshi, 2011).



## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1. Waktu Dan Tempat**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2016 - April 2017 di Laboratorium Biosains dan Teknologi Tumbuhan Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) dan ECO Urban Farming ITS.

### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu polybag, oven, kertas saring, *tissue*, dan penggaris. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini umbi bawang merah dari pulau Poteran Sumenep, EMS yang dilarutkan dalam *buffer phosfat*, Pupuk kompos dan tanah dengan perbandingan (3:1), dan pupuk NPK 1 gram.

### **3.3. Cara Kerja**

#### **3.3.1. Pemilihan Umbi Bawang Merah**

Umbi bawang merah yang ditanam yaitu umbi dengan karakteristik sebagai berikut: umbi berwarna mengilap, kompak atau tidak keropos, ukuran umbi sedang (3-4 gr/umbi), berat umbi disamakan dengan diambil yang paling besar, kulit tidak luka, dan telah disimpan 6-8 bulan setelah panen.

#### **3.3.2. Perendaman Umbi**

Umbi yang sudah dipilih, direndam dengan air selama 30 menit. Kemudian umbi direndam dengan air sebagai kontrol, dan umbi yang lain direndam pada EMS padat yang dilarutkan dengan *buffer phosfat* dengan 5 konsentrasi ; 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% selama 30 menit. Kemudian dibilas dengan air mengalir, dikeringkan dan siap ditanam.

#### **3.3.3. Penanaman dan Pemeliharaan Umbi**

Plastik polybag dimasukkan pupuk kompos dan tanah dengan perbandingan (3:1) dan diaduk. Selanjutnya umbi bibit bawang merah

dimasukkan ke dalam lubang tanaman dengan gerakan seperti memutar skrup, sehingga ujung umbi tampak rata dengan permukaan tanah. Setelah umur 10-15 hari tanaman diberi pupuk NPK dan 1 bulan setelah ditanam diberi pupuk NPK kembali. Selama proses tanam, bawang merah disiram setiap hari sehari sekali.

### **3.4. Parameter Pengamatan**

- a. Tinggi Tanaman  
Tinggi tanaman diukur dengan cara mengukur dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi yang diluruskan secara vertikal ke atas. Dengan menggunakan penggaris . Pengukuran dilakukan setiap 2 minggu sekali (Wijana, 2015)
- b. Jumlah Daun  
Jumlah daun diukur dengan cara menghitung jumlah daun per tanaman pada setiap perlakuan. Pengukuran dilakukan setiap 2 minggu sekali (Wijana, 2015)
- c. Jumlah Umbi  
Jumlah umbi dihitung secara manual. Perhitungan ini dilakukan ketika tanaman bawang merah sudah dipanen (Wijana, 2015)
- b. Berat Basah Umbi  
Berat basah umbi dihitung dengan cara dibersihkan dahulu sisa tanah yang terdapat pada umbi. Kemudian dilakukan pengukuran dengan menggunakan neraca analitik ketika tanaman sudah dipanen (Lestari, 2005)
- d. Berat Kering Umbi  
Berat kering umbi dilakukan dengan meletakkan umbi yang basah pada oven dengan suhu 70°C sampai berat umbi konstan. Pengukuran selanjutnya dilakukan dengan menggunakan neraca analitik setelah tanaman bawang merah dipanen dan sudah dihitung berat basahny (Lestari, 2005)

### **3.5. Rancangan Penelitian dan Analisa Data**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor yaitu konsentrasi EMS dengan 6 level. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Hipotesis yang digunakan penelitian ini adalah :

$H_0$  :Konsentrasi EMS yang berbeda tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan bawang merah

$H_1$  :Minimal terdapat satu konsentrasi EMS yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bawang merah.

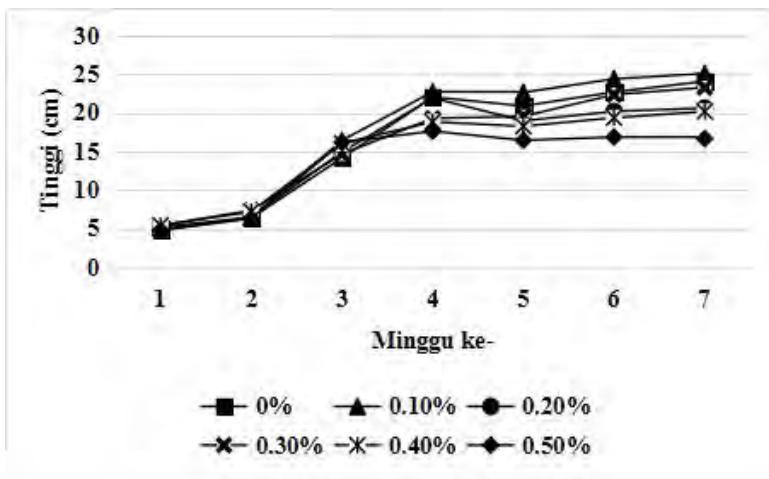
Hipotesis tersebut diuji menggunakan analisis of varian (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat beda nyata dilakukan uji lanjutan dengan uji tukey dengan taraf kepercayaan 95%.

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengaruh EMS Terhadap Tinggi dan Jumlah Daun Bawang Merah (*Allium cepa*.)

Bawang merah merupakan tanaman semusim yang tinggi pertumbuhannya hanya sekitar 15 cm sampai 40 cm (Suparman, 2010). Pada penelitian ini dilakukan pengamatan beberapa parameter pertumbuhan diantaranya yakni tinggi tanaman dan jumlah daun bawang merah. Tinggi tanaman bawang merah terus meningkat setiap minggunya pada setiap konsentrasi EMS (Gambar 4.1)



Gambar 4.1. Pengaruh EMS terhadap tinggi tanaman

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa tanaman bawang merah tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 0,1%, sedangkan tanaman terendah dihasilkan pada konsentrasi 0,5%.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian EMS dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata pada tinggi

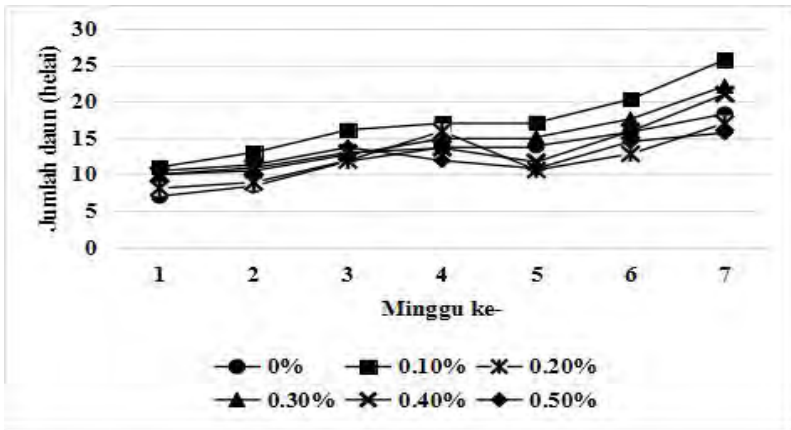
tanaman ( $p=0,019$  atau  $p\leq 0,05$ ) dan dilanjutkan dengan uji TUKEY (Tabel 4.1).

Tabel 4.1. Pengaruh EMS terhadap tinggi tanaman.

Konsentrasi EMS (%)	Tinggi (cm)
0	24,060 <sup>ab</sup>
0,1	25,080 <sup>a</sup>
0,2	20,590 <sup>ab</sup>
0,3	23,260 <sup>ab</sup>
0,4	20,150 <sup>ab</sup>
0,5	16,640 <sup>b</sup>

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95%.

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi 0,1% berbeda nyata dengan konsentrasi 0,5%. Tinggi tanaman dengan konsentrasi 0% (kontrol) lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 0,1%, tetapi tinggi tanaman kontrol tidak berbeda nyata dengan tinggi tanaman pada konsentrasi (0,2% ; 0,3% dan 0,4%). Hal ini berarti bahwa semakin tinggi konsentrasi EMS maka tinggi tanaman akan semakin menurun. Selain tinggi tanaman, parameter yang digunakan untuk mengetahui pengaruh EMS terhadap pertumbuhan adalah jumlah daun. Sama halnya dengan tinggi tanaman, pada jumlah daun tanaman selalu mengalami peningkatan setiap minggunya (Gambar 4.2).



Gambar 4.2. Pengaruh EMS terhadap jumlah daun

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa jumlah daun meningkat pada setiap minggu. Tanaman yang memiliki jumlah daun paling banyak yaitu perlakuan EMS 0,1% sedangkan jumlah daun terendah adalah perlakuan EMS 0,2%

Hasil uji anova menunjukkan bahwa ( $p=0,071$  atau  $p\leq 0,05$ ) pemberian EMS dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Jumlah daun tertinggi dihasilkan pada konsentrasi EMS 0,1% dan terendah yaitu tanaman dengan konsentrasi 0,2% (Tabel 4.2).

Tabel 4.2. Pengaruh mutasi genetik terhadap jumlah daun

Konsentrasi EMS (%)	Jumlah Daun (helai)
0	12.7 <sup>a</sup>
0,1	17.17 <sup>a</sup>
0,2	12.17 <sup>a</sup>
0,3	14.7 <sup>a</sup>
0,4	13.73 <sup>a</sup>
0,5	12.63 <sup>a</sup>

Berdasarkan data jumlah daun dan tinggi tanaman, pengaruh konsentrasi EMS menunjukkan perbedaan tinggi dan jumlah daun yang bervariasi. Perbedaan yang bervariasi tersebut diakibatkan karena sifat mutasi titik yang terjadi secara acak (Akhmaloka, 2004).

Tingginya dosis EMS dapat menghancurkan promotor pertumbuhan, meningkatkan penghambat pertumbuhan. Ethyl methane sulfonate merupakan senyawa yang beracun, sehingga menghambat pertumbuhan. Tanaman yang memiliki tinggi dan jumlah daun terendah yang dihasilkan oleh konsentrasi EMS tertinggi kemungkinan disebabkan karena kenaikan dosis EMS yang dapat menghambat proses fisiologis seperti kerja enzim dan keseimbangan hormonal (Kumar, 2009). Ethyl Methane Sulfonate (EMS) merupakan mutagen kimia yang bersifat sebagai alkylating agent. Gugus alkil senyawa EMS akan berikatan dengan basa guanin (G) membentuk O6-alkilguanin, menyebabkan kesalahan pemasangan basa guanin dengan basa timin pada proses replikasi DNA. Salah satu kerusakan yang ditimbulkan akibat pemberian zat kimia sebagai mutagenik adalah berasal dari proses alkilasi, yaitu proses pemindahan gugus metil atau etil ke bagian reaktif basa dan pospat dalam rantai DNA (Trismilah, 2009).

#### **4.2. Pengaruh EMS Terhadap Jumlah Umbi Bawang Merah (*Allium cepa*.)**

Perbanyakan bawang merah biasanya berasal dari umbi dan jarang sekali dari biji. Warna bawang merah yang dihasilkan pada penelitian adalah merah tua, merah muda, atau kekuningan dan mengeluarkan aroma yang menyengat. Jumlah umbi bawang merah digunakan sebagai parameter pengaruh pemberian mutagen EMS dengan konsentrasi yang berbeda.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa mutagen EMS berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi ( $p=0,001$  atau  $p\leq 0,05$ ), sehingga dilanjutkan dengan uji TUKEY (Tabel 4.3).



Tabel 4.3. Pengaruh mutasi genetik EMS terhadap jumlah umbi

Konsentrasi EMS (%)	Jumlah Umbi
0	10, 000 <sup>abc</sup>
0,1	16, 200 <sup>a</sup>
0,2	12,000 <sup>ab</sup>
0,3	11, 600 <sup>ab</sup>
0,4	6, 200 <sup>bc</sup>
0,5	3, 400 <sup>c</sup>

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95%.

Dari tabel 4.3 menunjukkan jumlah umbi terbanyak dihasilkan pada perlakuan EMS 0,1% yakni 16, 200 sedangkan jumlah umbi terendah dihasilkan pada perlakuan EMS 0,5% yakni 3.400.

Jumlah umbi yang dihasilkan dipengaruhi oleh hasil fotosintesis pada tanaman tersebut. Pada EMS perlakuan EMS dengan konsentrasi 0,5% menghasilkan jumlah umbi terendah, kemungkinan disebabkan karena EMS menghambat proses fotosintesis pada tanaman. Kloroplas mengandung materi genetik (gen atau DNA) yang juga dapat termutasi. EMS dapat menyebabkan kerusakan atau mutasi gen pada kloroplas. Mutasi pada gen kloroplas dapat menyebabkan kerusakan gen mutan yang kemudian dapat mengganggu proses fotosintesis pada daun (Maharani, 2011). Pembentukan umbi juga dapat dipengaruhi oleh iklim mikro tanah dan aerasi drainase dalam tanah. Apabila tanah tidak gembur, maka pembentukan umbi akan terhambat dan dapat mengalami pembusukan (Astrini, 2012)

#### **4.3. Pengaruh EMS Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Umbi Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa*.)**

Umbi yang dihasilkan pada penelitian adalah umbi yang telah memasuki masa panen dengan ciri umbi padat dan berisi. Menurut

(Wibowo, 2007), umbi yang terasa lunak atau kurang padat bila dipegang, berasal dari tanaman yang dipanen muda atau belum cukup umur. Pada penelitian ini menggunakan berat basah dan berat kering umbi sebagai parameter untuk mengetahui pengaruh pemberian EMS dengan konsentrasi yang berbeda.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan EMS berpengaruh nyata terhadap berat basah umbi bawang merah ( $p=0,013$   $p\leq 0,05$ ) dan dilanjutkan dengan uji TUKEY, sedangkan perlakuan EMS tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering umbi ( $p=0,091$  atau  $p\geq 0,05$ ). (Tabel 4.4).

Tabel 4.4. Pengaruh mutasi genetik EMS terhadap berat basah dan berat kering umbi bawang merah

Konsentrasi EMS (%)	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)
0	1,466 <sup>a</sup>	0.360 <sup>a</sup>
0,1	0,805 <sup>ab</sup>	0,286 <sup>a</sup>
0,2	1,210 <sup>ab</sup>	0,242 <sup>a</sup>
0,3	0,900 <sup>ab</sup>	0,130 <sup>a</sup>
0,4	0,727 <sup>ab</sup>	0,106 <sup>a</sup>
0,5	0,436 <sup>b</sup>	0,052 <sup>a</sup>

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, sedangkan angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf signifikan 95%.

Tabel 4.4. menunjukkan tanaman yang menghasilkan berat basah paling tinggi yakni tanaman kontrol (0%), tetapi untuk tanaman yang diberi perlakuan EMS yakni tanaman dengan konsentrasi 0,2%. Tanaman yang menghasilkan berat basah paling rendah yakni perlakuan EMS 0,5%.

Pemberian EMS dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap berat basah dan berat kering umbi bawang merah. Semakin tinggi konsentrasi EMS yang diberikan maka

semakin rendah berat basah dan berat kering umbi. Umbi bawang merah yang memiliki berat basah paling rendah akibat dari perlakuan mutagen EMS. Mutasi dapat terjadi pada setiap bagian tanaman dan fase pertumbuhan tanaman, namun lebih banyak terjadi pada bagian yang sedang aktif mengadakan pembelahan sel seperti tunas, biji dan sebagainya (Oeliem, 2008). Pembesaran umbi diakibatkan oleh pembesaran sel yang lebih dominan daripada pembelahan sel. Peningkatan berat basah umbi dipengaruhi oleh banyaknya absorpsi air dan penimbunan hasil fotosintesis pada daun untuk ditranslokasikan bagi pembentukan umbi (Setyowati, 2010).

EMS adalah salah satu mutagen kimia yang memiliki rumus kimia  $C_4H_{10}SO_3$ . Mutagen ini termasuk golongan agen alkilasi yang mengikat gugus etilnya pada basa DNA guanin (G) di posisi 7-N dan 6-O sehingga terbentuk gugus  $O^6$ -etilguanin. Etilasi tersebut menyebabkan kesalahan dalam pemasangan basa saat replikasi sehingga terjadi mutasi titik berupa transversi, transisi, atau mutasi frameshift. EMS dapat menyebabkan mutasi secara acak pada rantai DNA (Sambrook, 2001).

***“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”***

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

EMS merupakan mutagen kimia yang dapat memberikan pengaruh kepada parameter tinggi tanaman, jumlah umbi dan berat basah umbi. Mutasi EMS menyebabkan tanaman bawang merah dengan konsentrasi 0,5% menghasilkan tinggi tanaman, jumlah umbi dan berat basah umbi terendah. Pada parameter jumlah daun dan berat kering pemberian EMS dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh nyata.

#### **5.2. Saran**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan metode yang berbeda dengan menggunakan bibit turunan yang dihasilkan dari pemberian EMS sehingga dapat diketahui apakah EMS ini akan berpengaruh terhadap genetik turunannya atau tidak. Serta perlu dilakukan analisis secara molekuler untuk mengetahui gen yang mengalami mutasi sehingga dapat diketahui secara jelas.

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A.Z. 2014. Studi Indeks Mitosis Bawang Untuk Media Pembelajaran Preparat Mitosis. **Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi**. Vol 3 (3):571-579.
- Akhmaloka, Hertad R, Senam, Susilowati E, Sindumarta M, Sutedjo H. 2004. Isolasi dan Karakterisasi Mutan Sup45 *Saccharomyces cerevisiae* Sensitif Temperatur. **Jurnal Matematika dan Sains**. Vol 9: 233-239.
- Asadi. 2013. Pemuliaan Mutasi Untuk Perbaikan Terhadap Umur dan Produktivitas pada Kedelai. **Jurnal Agrobiogen**. Vol 9 (3):135-142.
- Astrini, Y.D. 2012. **Pengaruh Penekanan Pertumbuhan Akar Pada Ruas-Ruas Batang Atas Terhadap Hasil Umbi Jalar**. Agroteknologi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Billah, Tassim, Ir.,M. 2014. **Buletin Konsumsi Pangan**. Vol.5 no 1: 1-63
- Crowder, L.V. 1986. **Genetika Tumbuhan**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Fehr, W.R. 1987. **Principle of Cultivar Development**. Theory and Technique. Vol. I. MacMillan Pub. Co., New York. 536 p.
- Gichner, T., D.A. Stavevra, and F. Van breusegem. 2001. **O-Phenylene Diamine-Induce DNA Damage and Mutagenicity in Tobacco Seedlings Is Light-Dependent**. *Mutation Res*. 495:117-125.

Hartl, DL. & Jones, EW. 2011. **Essential Genetics A Genomics Perspective Fifth Edition**. Toronto: Jones and Bartlett Publishers International.

Hendaryono, D., P., S. 2000. **Pembibitan Anggrek Dalam Botol**. Kanisius: Yogyakarta.

Heslot, H. 1977. **Chemical mutagens: Review of main mutagenic compounds. In:Manual On Mutation Breeding (Second Edition)**. IAEA, Vienna. pp. 51-58.

Joshi, N., Ravindran, A and Mahajan, V. 2011. Investigations on Chemical Mutagen Sensitivity in Onion (*Allium cepa* L.). **International Journal of Botany**. Vol 7 (3):243-248.

Kumar, S and Hemalatha, S. 2013. Phytochemical Evaluation of Leaf Extract of *Aegle marmelos*. **Journal of development research**. Vol 3: 029-033.

Lestari, G., W., Solichatun, dan Sugiyarto. 2005. Pertumbuhan, Kandungan Klorofil, dan Laju Respirasi Tanaman Garut (*Maranta arundinaceae* L.) Setelah Pemberian Asam Giberelat (GA<sub>3</sub>). **Jurnal Bioteknologi**. Vol 5(1): 1-9.

Maharani, S and Khumaida, N. 2011. **Induksi Keragaman Dua Varietas Krisan (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) dengan Induksi Iradiasi Sinar Gamma Secara In Vitro**. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian: IPB.

Mangoendidjojo, W. 2003. **Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Meuth and JE Arrand. 1982. Alteration of gene structure in ethyl methane sulfonate-induced mutants of mammalian cells. **Mol Cell Biol**. Vol 2(11), 1459-1462.



Micke, A. 1996. **70 Years Induced Mutation to Be Reconsidered.** Mutation Breeding. Newsletter. 42: 22-24.

Novel SS, Nuswantara S, Syarif S. 2010. **Genetika Laboratorium.** Jakarta: Trans Info Media.

Nurmayulis, Susiyanti, Kartina AM, dan Syabana,M.A. 2010. Peningkatan Keragaman Tanaman Garut Dengan Pemberian Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman Ethyl Methan Sulphonat. **Jurnal Agrivigor.** Vol 10(1): 1-9.

Oeliem, T. M. H., S. Yahya, D. Sofia, dan Mahdi, 2008. **Perbaikan genetik kedelai melalui mutasi induksi sinar gamma untuk menghasilkan varietas unggul dan tahan terhadap cekaman kekeringan.** Jurnal Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan.  
Pharhansyah, Toni.2008. **Trubus Variegata.** PT Trubus Swadaya. Depok.

Pharmawati M., Defiani M.R., and Suada I.K. 2013. **Ethyl Methanesulfonate Delayed Germination and Altered Seedling Morphology of Capsicum annuum L.** Proceedings 4th International Conference on Biosciences and Biotechnology.

Pitojo, S. 2003. **Penangkaran Benih Bawang Merah.** Kanisius: Yogyakarta.

Purwati RD, Budi US, Sudarsono. 2007. Penggunaan asam fusarat dalam seleksi in vitro untuk resistensi terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense. **Jurnal Liitri.** Vol 13:64-72.

Purwati RD, SudjindroKE, Sudarsono. 2008. Keragaman genetika varian abaka yang diinduksi dengan ethyl methane sulphonate (EMS). **Jurnal Littri.** Vol14:16-24.

Rahayu, E. dan V. A. Nur Berlian. 2004. **Bawang Merah**. Penebar Swadaya. Jakarta.

Rustini, N.,K.,D, dan Pharmawati, M. 2014. Aksi Etyl Methane Sulphonate terhadap Munculnya Bibit dan Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). **Jurnal Bioslogos**. Vol 4 (1):1-8.

Sambrook, J. dan Russell, D.W., 2001. **Molecular Cloning: A Laboratory Manual**. CSHL Press.

Setiyowati, S. H. dan R. B. Hastuti. 2010. **Pengaruh perbedaan konsentrasi pupuk organik cair terhadap produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.)** laboratorium biologi dan struktur fungsi tumbuhan fmipa undip. *BIOMA* 12: 44-48

Sumarni, N., Hidayat, A. 2005. **Budidaya Bawang Merah**. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

Suminah, Sutarno, and Setyawan, A.,D. 2002. Induksi Poliploidi Bawang Merah (*Allium acalonicum* L.) dengan Pemberian Kolkisin. **Biodiversitas**. Vol 3 (1):174-180.

Sunarjono,H.,H. 2007. **Petunjuk Praktis Budidaya Kentang**. PT Agromedia Pustaka.

Suparman. 2010. **Bercocok Tanam Bawang Merah**. Azka Press. Jakarta.

Supriati, Y., dan Herliana, E. 2014. **15 Sayuran Organik Dalam Pot**. Jakarta Timur: Penerbit Penebar Swadaya.

Stansfield,William D. et. Al. 2006. **Biologi Molekuler Dan Sel**. Jakarta: Erlangga.

Trismilah, and Mahyudin AR. 2009. Peningkatan Produksi Gas Hidrogen (H<sub>2</sub>) dan Etanol pada *Bacillus pumilus* dengan mutasi menggunakan *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS) dan Seleksi dengan Metoda Proton Suicide. **Berita Biologi** 9 (5). Pusat Teknologi Bioindustri-BPPT. Jakarta.

Utami, P., dan Mardiana L. 2013. **Umbi Ajaib Tumpas Penyakit**. Penebar Swadaya: Jakarta.

Warisno 1998. **Budidaya Bawang Merah**. Yogyakarta: Kanisius.

Wibowo, S., 2007. **Budidaya Bawang Merah, Bawang Putih, dan Bawang Bombay**. Penebar Swadaya, Jakarta.

Wijana, I.,M.,A.,A., Hariyono, K., dan Winarso, S. 2015. **Pengaruh Aplikasi Paclobutrazol Dan Dosis Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)**. Ilmiah Pertanian. Universitas Jember.

Wulandari, N. 2011. **Petunjuk Praktis Bertanam Bawang**. PT Agromedia Pustaka.

Van Harten AM. 1998. Mutation Breeding. **Theory and Practical Application**. Press Syndicate of the Univ of Cambridge. UK.

Yanti, Y. 2007. **Morphologycal Variation Planlet “Raja Sereh”Banana Treatments of Ethyl Methane Sulphonate Muthagen Through in vitro**. The Third Asian Conference on Plant Pathology. Yogyakarta.p. 467-471.

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***

## Lampiran

### Lampiran 1. Pengaruh EMS terhadap Tinggi Tanaman

Perlakuan	Pengulangan	Minggu ke						
		1	2	3	4	5	6	7
0%	1	0	0	0.9	14.2	20.05	25.05	18.7
	2	4.95	6.95	14.55	26.4	21.25	24.7	23.1
	3	6.05	7.9	17.65	21.8	22.85	22.5	25.45
	4	8.75	10.2	22.35	27.85	25.2	24.9	27.55
	5	4.65	6.75	15.2	19.85	20	16.25	25.5
Rata-rata		4.88	6.36	14.13	22.02	21.87	22.68	24.06
0.10%	1	4.15	5.8	14.6	19.75	19.95	23.55	24.75
	2	5	7.4	16.7	19.45	19.7	20.8	22.9
	3	8.7	9.35	21.4	25.5	25.6	26.8	26.35
	4	3.05	3.8	12.7	22.15	21.55	24.3	24.8
	5	4.9	5.85	16.55	26.7	26.3	26.45	26.6
Rata-rata		5.16	6.44	16.39	22.71	22.62	24.38	25.08
0.20%	1	5.6	7.15	18.35	24.3	24.05	25.95	27
	2	8.15	10.35	20.6	21.6	26	26.85	26.85
	3	2.6	3.85	6.75	22.15	10	11.5	12.3
	4	3.7	5.6	13.15	25.8	14.6	15.15	15.3
	5	3.7	5.5	15.7	15.7	20.1	21.4	21.5
Rata-rata		4.75	6.49	14.91	21.91	18.95	20.17	20.59
0.30%	1	4.65	6.6	15.05	18.3	19.2	21	22.35
	2	4.45	6.25	14.35	22.3	21.5	25	24.8
	3	8.55	10.45	19.35	23	23.1	24.95	28.3
	4	4.35	6.55	9.2	10.2	10.3	14.25	14.9
	5	4.9	6.8	15.25	22.5	23.55	25.5	25.95
Rata-rata		5.38	7.33	14.64	19.26	19.53	22.14	23.26

0.40%	1	6.5	8.6	17.4	18.45	16.5	17.5	18
	2	5.15	6.25	15.55	19.2	19.5	20.05	19.5
	3	3.1	4.8	14.05	18.45	17.5	20.5	21.4
	4	6.75	8.9	17.2	19.75	19.75	20.2	21.75
	5	5.4	7.3	15.9	18.2	17.95	18.45	20.1
Rata-rata		5.38	7.17	16.02	18.81	18.24	19.34	20.15
0.50%	1	6.3	7.85	17.15	16.7	15	15.9	16.35
	2	3.75	6.05	16.55	16.9	16.7	15.75	16.25
	3	5.45	7	17.2	20.95	18	18.35	17
	4	4.1	5.9	17	17	16.1	16.95	16.35
	5	2.15	4.65	12.85	16.5	16.3	17.25	17.25
Rata-rata		4.35	6.29	16.15	17.61	16.42	16.84	16.64

### Lampiran 2. Pengaruh EMS terhadap Jumlah Daun Bawang Merah

Perlakuan	Pengulangan	Minggu ke						
		1	2	3	4	5	6	7
0%	1	0	0	3	9.5	11.5	10.5	13.5
	2	8.5	11.5	15.5	14.5	19.5	24	12.5
	3	7.5	8.5	10.5	13.5	10	10	29.5
	4	13	15	19.5	19	19	22	13.5
	5	6	7	10.5	12	9.5	12.5	22.5
Rata-rata		7	8.4	11.8	13.7	13.9	15.8	18.3
0.10%	1	7.5	9.5	12.5	15	17	18	25.5
	2	7	9	14.5	12	10.5	14	18.5
	3	15	15.5	20	20	20	20	23.5

	4	11.5	15.5	15.5	16.5	16.5	21	26.5
	5	14	15.5	18	21.5	21.5	28.5	34.5
Rata-rata		11	13	16.1	17	17.1	20.3	25.7
0.20%	1	9.5	11	16	18.5	13	15	22
	2	7	7.5	13	21.5	11	16.5	17
	3	5.5	6	7.5	10.5	7.5	8	12.5
	4	8	8	9	20	9.5	10	13
	5	10.5	12	14	9	12.5	14.5	20.5
Rata-rata		8.1	8.9	11.9	15.9	10.7	12.8	17
0.30%	1	7.5	9	13	12	11	18	27
	2	8	9	11	14	15.5	13.5	17.5
	3	10	11.5	13	17.5	19	21	24.5
	4	9.5	9.5	8.5	12	10.5	13.5	17
	5	15	15.5	18	19	19.5	22	24.5
Rata-rata		10	10.9	12.7	14.9	15.1	17.6	22.1
0.40%	1	6	6	7.5	8	8.5	10.5	12.5
	2	10.5	11.5	14	12	8	15.5	17
	3	12.5	13	15	16	14.5	18.5	23.5
	4	10	12	14	18.5	15	18.5	26.5
	5	11	11	14.5	13.5	12.5	16.5	25.5
Rata-rata		10	10.7	13	13.6	11.7	15.9	21
0.50%	1	7.5	8	10	8.5	8	10	11

	2	10.5	11	15	11.5	9	13.5	15.5
	3	12	14.5	17	12.5	10.5	15.5	15.5
	4	12	12	14	13	10.5	15	18
	5	10.5	11	12.5	14	15.5	18.5	18.5
Rata-rata		10.5	11.3	13.7	11.9	10.7	14.5	15.7

### Lampiran 3. Pengaruh EMS terhadap Jumlah Umbi Bawang Merah

Konsentrasi EMS	Pengulangan	Jumlah umbi
0%	1	8
	2	9
	3	11
	4	8
	5	14
0.10%	1	11
	2	17
	3	20
	4	17
	5	16
0.20%	1	16
	2	13
	3	9
	4	7
	5	15
0.30%	1	14
	2	6



	3	11
	4	10
	5	17
0.40%	1	15
	2	5
	3	4
	4	7
	5	0
0.50%	1	0
	2	5
	3	3
	4	0
	5	9

**Lampiran 4. Pengaruh EMS terhadap Berat Basah Umbi Bawang Merah**

Konsentrasi EMS (%)	Berat Basah (gr)
0%	1.46
0.10%	0.8
0.20%	1.21
0.30%	0.9
0.40%	0.73
0.50%	0.44

### Lampiran 5. Pengaruh EMS terhadap Berat Kering Umbi Bawang Merah

Konsentrasi EMS (%)	Berat Kering (gr)
0%	0.36
0.10%	0.13
0.20%	0.24
0.30%	0.13
0.40%	0.1
0.50%	0.05

### Lampiran 6. Uji ANOVA Pada Tinggi Tanaman

#### One-way ANOVA: Tinggi Tanaman versus Konsentrasi EMS (%)

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi EMS (%)	5	243.2	48.6	3.35	0.019
Error	24	348.2	14.5		
Total	29	591.4			

S = 3.809    R-Sq = 41.12%    R-Sq(adj) = 28.85%

### Lampiran 7 Uji ANOVA pada Jumlah Daun

#### One-way ANOVA: Jumlah daun versus Konsentrasi EMS (%)

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi EMS (%)	5	341.4	68.3	2.36	0.071
Error	24	694.1	28.9		
Total	29	1035.5			

S = 5.378    R-Sq = 32.97%    R-Sq(adj) = 19.00%

### Lampiran 8 Uji ANOVA Jumlah Umbi

#### One-way ANOVA: Pengulangan versus Konsentrasi EMS (%)

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi EMS (%)	5	514.7	102.9	6.54	0.001
Error	24	378.0	15.8		
Total	29	892.7			

S = 3.969    R-Sq = 57.66%    R-Sq(adj) = 48.83%

### Lampiran 9 Uji ANOVA Berat Basah dan Berat Kering

#### One-way ANOVA: Berat Basah versus Konsentrasi EMS (%)

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi EMS (%)	5	3.336	0.667	3.69	0.013
Error	24	4.336	0.181		
Total	29	7.672			

S = 0.4251    R-Sq = 43.48%    R-Sq(adj) = 31.70%

#### One-way ANOVA: Berat Kering (gr) versus Konsentrasi EMS (%)

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi EMS (%)	5	0.3515	0.0703	2.17	0.091
Error	24	0.7774	0.0324		
Total	29	1.1289			

S = 0.1800    R-Sq = 31.14%    R-Sq(adj) = 16.79%

### Lampiran 10 Uji TUKEY Tinggi Tanaman

Grouping Information Using Tukey Method

Konsentrasi EMS (%)	N	Mean	Grouping
2	5	25.080	A
1	5	24.060	A B
4	5	23.260	A B
3	5	20.590	A B
5	5	20.150	A B
6	5	16.640	B

### Lampiran 11 Uji TUKEY Jumlah Daun

Grouping Information Using Tukey Method

Konsentrasi EMS (%)	N	Mean	Grouping
2	5	25.700	A
4	5	22.100	A
5	5	21.000	A
1	5	18.300	A
3	5	17.000	A
6	5	15.700	A

### Lampiran 12 Uji TUKEY Jumlah Umbi

Grouping Information Using Tukey Method

Konsentrasi			
EMS (%)	N	Mean	Grouping
2	5	16.200	A
3	5	12.000	A B
4	5	11.600	A B
1	5	10.000	A B C
5	5	6.200	B C
6	5	3.400	C

### Lampiran 13 Uji TUKEY Berat Basah

Grouping Information Using Tukey Method




Konsentrasi			
EMS (%)	N	Mean	Grouping
1	5	1.4669	A
3	5	1.2100	A B
4	5	0.9000	A B
2	5	0.8056	A B
5	5	0.7275	A B
6	5	0.4367	B




### Lampiran 14 Uji TUKEY Berat Kering



Grouping Information Using Tukey Method




Konsentrasi			
EMS (%)	N	Mean	Grouping
1	5	0.3600	A
2	5	0.2860	A
3	5	0.2420	A
4	5	0.1300	A
5	5	0.1060	A
6	5	0.0520	A

### Lampiran 15. Foto Perlakuan


No	Foto	Keterangan
1.		Pembuatan media tanam (tanah dan pupuk kompos)
2.		Umbi direndam dalam air (kontrol)
3.		Umbi direndam dalam EMS dengan konsentrasi yang berbeda (0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%)

4.		Umhi bawang merah ditanam dalam polybag yang sudah berisi tanah dan pupuk kompos (H0)
5.		Tanaman bawang merah minggu ke-3
6.		Pemberian pupuk NPK

7.		Tanaman bawang merah minggu ke-45
8.		Pemotongan akar bawang merah untuk perlakuan preparat mitosis
9.		Perendaman akar pada FAA sebagai fiksasi

10.		Umbi bawang merah dicuci sebelum ditimbang berat basah.
11.		Umbi ditimbang
12.		Akar bawang merah direndam pada Alkohol 70%



13.		Umbo bawang merah yang akan dimasukkan ke dalam oven untuk mendapatkan berat kering.
-----	---	--

## Lampiran 16. Foto Bawang Merah Hasil Tanam

### 1. EMS 0%



1



2



3



4

5

2. EMS 0,1%



1

2

3



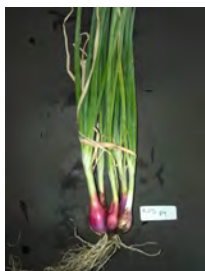
4

5

3. EMS 0,2%



1

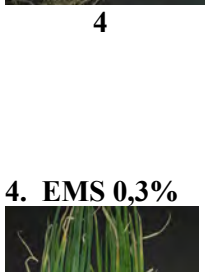


2

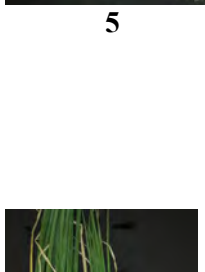


3

4



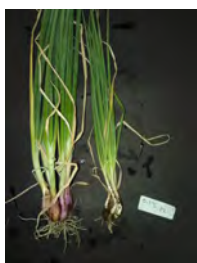
5



#### 4. EMS 0,3%



1



2



3

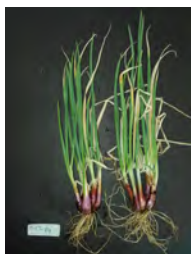


4



5

**5. EMS 0,4%****1****2****3****4****5****6. EMS 0,5%****1****2****3**



4



5

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sumenep pada tanggal 18 Mei 1995 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, pasangan (Alm.) R. Wahyu Djajusman dan Siti Rukmini. Penulis merupakan alumni dari SD Pabian IV, SMP Negeri 1 Sumenep. Pada tahun 2013 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Sumenep dan pada tahun yang sama lulus seleksi masuk ITS pada jurusan Biologi FMIPA ITS. Selama kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember penulis pernah bergabung dalam Himpunan Mahasiswa Biologi ITS sebagai Bendahara Entrepreneur. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai macam pelatihan kepribadian dan pengembangan karakter yang diselenggarakan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis juga pernah menjadi panitia BOF yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Biologi ITS. Selain itu juga pernah menjadi panitia LKMW dan Biology Icon Competition yang diselenggarakan oleh departemen Entrepreneur Himpunan Mahasiswa Biologi ITS.